

Utjecaj vrste pužnice i procesnih parametara prešanja na iskorištenje bučinog ulja

Jureta, Dajana

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:220712>

Rights / Prava: [Attribution-ShareAlike 4.0 International / Imenovanje-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-23**

REPOZITORIJ

PTF OS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK**

Dajana Jureta

**UTJECAJ VRSTE PUŽNICE I PROCESNIH PARAMETARA PREŠANJA NA
ISKORIŠTENJE BUČINOŠ ULJA**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, rujan, 2021.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Zavod za prehrambene tehnologije
Katedra za prehrambeno inženjerstvo
Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska

Diplomski sveučilišni studij Prehrambeno inženjerstvo**Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti**Znanstveno polje:** Prehrambena tehnologija**Nastavni predmet:** Tehnologija ulja i masti**Tema rada** je prihvaćena na X. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2019./2020. održanoj 21. rujna 2020.**Mentor:** prof. dr. sc. *Tihomir Moslavac***Pomoć pri izradi:** *Daniela Paulik*, tehnički suradnik**Utjecaj vrste pužnice i procesnih parametara prešanja na iskorištenje bučinog ulja***Dajana Jureta, 0113140775*

Sažetak: Buča (*Cucurbita pepo* L.) je jednogodišnja biljka koja potječe iz Amerike, a sastoji se od mesnatog dijela ploda i koštice. Koštica može biti s ljuskom i bez ljuske. U ovom radu istraživana je utjecaj vrste pužnice i procesnih parametara na iskorištenje bučinog ulja. Proizvedeno je hladno prešano bučino ulje na kontinuiranoj laboratorijskoj pužnoj preši. Procesni parametri koji su se mijenjali prilikom prešanja su: frekvencija elektromotora, temperatura grijača glave preše i nastavak za izlaz pogače. Korištena su tri tipa pužnice s različitim dubinom navoja. Ispitani su osnovni parametri kvalitete ulja: slobodne masne kiseline, peroksidni broj, udio vode i udio netopljivih nečistoća. Analitički je određen udio ulja u bučnim košticama i pogači kako bi se odredila efikasnost proizvodnje ulja. Prešanjem bučine koštice kod veće temperature glave preše, manje frekvencije elektromotora i manjeg nastavka za izlaz pogače proizvedena je veća količina ulja. Primjenom pužnice dubine navoja 5 mm dobivena je veća količina ulja u odnosu na 8 mm i 10 mm.

Ključne riječi: buča, bučino ulje, hladno prešanje, procesni parametri, vrsta pužnice**Rad sadrži:** 49 stranice
15 slika
9 tablica
32 literaturnih referenci**Jezik izvornika:** hrvatski**Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:**

- | | |
|-----------------------------------|---------------|
| 1. doc. dr. sc. Antun Jozinović | predsjednik |
| 2. prof. dr. sc. Tihomir Moslavac | član-mentor |
| 3. doc. dr. sc. Ante Lončarić | član |
| 4. prof. dr. sc. Stela Jokić | zamjena člana |

Datum obrane: 30. rujna 2021.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 18, Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Food Technology Osijek
Department of Food Technologies
Subdepartment of Food Engineering
Franje Kuhača 18, HR-31000 Osijek, Croatia

Graduate program Food Engineering

Scientific area: Biotechnical sciences

Scientific field: Food technology

Course title: Tehnology of Oils and Fats

Thesis subject was approved by the Faculty of Food Technology Osijek Council at its session no. X. held on September 21, 2020.

Mentor: *Tihomir Moslavac*, PhD, full prof.

Technical assistance: *Daniela Paulik*, technical associate

Influence of Screw Press Type and Pressing Process Parameters on the Utilisation of Pumpkin Seed Oil

Dajana Jureta, 0113140775

Summary: Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) is an annual plant that originate from America and it is made of pulpy part of fruit and pits. A pit can be with a husk or without one. The aim of this research was to analyze the influence of screw press type and process parameters on the utilisation of pumpkin seed oil. It was produced cold pressed pumpkin seed oil on continuous laboratory screw press. The process parameters, which were changed during the pressing process, are: the frequency of electric motor, temperature of the press heating head and nozzle size. There were used three screw press types with different thread depth. There were questioned the basic quality oil parameters such as free fatty acid, peroxide value, water content and proportion of insoluble impurities. Oil extraction by Soxhlet method determined the proportion of oil in pumpkin seeds and cake so that it could be defined oil production efficiency. Analytically it was determined content of oil in pumpkin pits and nozzle so it could be determined oil production efficiency. With pressing pumpkin pit at higher press head temperatures, less frequency of electric motor and smaller nozzle size it was produced a larger amount of oil. Using screw press with thread depth of 5 millimeters it was gained a larger amount of oil in comparison with 8 millimeters and 10 millimeters.

Key words: pumpkin, pumpkin seed oil, cold pressing, process parameters, screw press type

Thesis contains: 49 pages
15 figures
9 tables
32 references

Original in: Croatian

Defense committee:

- | | |
|--|--------------|
| 1. Antun Jozinović, PhD, assistant prof. | chair person |
| 2. Tihomir Moslavac, PhD, full prof. | supervisor |
| 3. Ante Lončarić, PhD, assistant prof. | member |
| 4. Stela Jokić, PhD, full prof. | stand-in |

Defense date: September 30, 2021.

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 18, Osijek.

Zahvaljujem se mentoru prof. dr. sc. Tihomiru Moslavcu na velikoj pomoći pri izradi eksperimentalnog dijela rada i pisanju diplomskog rada.

Veliko hvala tehničarki Danieli Paulik koja je uvijek bila spremna pomoći, na njezinom sudjelovanju u izradi eksperimentalnog dijela te na njezinom trudu i pristupačnosti nama studentima.

Posebno hvala mojoj mami koja mi je omogućila školovanje i podržavala me, mojoj obitelji, suprugu i prijateljima koji su mi bili najveća podrška i snaga tijekom cijelog studiranja.

Sadržaj

| | |
|---|-----------|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. TEORIJSKI DIO | 4 |
| 2.1. SIROVINE ZA PROIZVODNJU BILJNIH ULJA | 5 |
| 2.1.1. Buča | 6 |
| 2.1.2. Upotreba bučine koštice | 8 |
| 2.1.3. Sastav i fizikalno-kemijske karakteristike bučinog ulja | 9 |
| 2.2. PRIPREMA SIROVINE ZA SKLADIŠTENJE | 12 |
| 2.3. PROIZVODNJA HLADNO PREŠANOG ULJA | 20 |
| 2.3.1. Čišćenje sirovine | 21 |
| 2.3.2. Mljevenje | 21 |
| 2.3.3. Prešanje | 21 |
| 2.3.4. Odvajanje netopljivih nečistoća | 24 |
| 2.4. PAKIRANJE I SKLADIŠTENJE BILJNIH ULJA | 25 |
| 3. EKSPERIMENTALNI DIO | 27 |
| 3.1. ZADATAK | 28 |
| 3.2. MATERIJALI I METODE | 28 |
| 3.2.1. Materijali | 28 |
| 3.2.2. Metode rada | 30 |
| 4. REZULTATI | 34 |
| UTJECAJ PROCESNIH PARAMETARA PREŠANJA NA ISKORIŠTENJE ULJA | 35 |
| 5. RASPRAVA | 39 |
| 6. ZAKLJUČCI | 44 |
| 7. LITERATURA | 46 |

Popis oznaka, kratica i simbola

| | |
|---|---|
| SMK | slobodne masne kiseline |
| Pbr | peroksidni broj |
| P | fosfor |
| Ca | kalcij |
| Mg | magnezij |
| K | kalij |
| Fe | željezo |
| Zn | cink |
| Mn | mangan |
| NaOH | natrijev hidroksid |
| Na ₂ S ₂ O ₃ | natrijev tiosulfat |
| KOH | kalijev hidroksid |
| KI | kalijev jodid |
| -OH | hidroksilna skupina |
| -COOH | karboksilna skupina |
| mmol O ₂ /kg | milimol aktivnog kisika po kilogramu ulja |

1. UVOD

Bundeva ili *Cucurbita pepo* L. je jednogodišnja biljka koja potječe iz Amerike. Sastoji se od mesnatog dijela ploda i koštice. Može biti različitih oblika i veličina, s glatkom ili naboranom površinom. Mesnati dio bundeve se koristi u proizvodnji raznih prehrambenih proizvoda, juha, složenaca, voćnih sokova, kolača ili kao stočna hrana, dok se koštice najčešće koriste u proizvodnji ulja i kao grickalice.

Koštice dijelimo na dvije osnovne vrste:

1. koštice s ljuskom,
2. koštice bez ljuske (golica ili beskorka).

Golica ima tanku opnu, pogaču bolje kvalitete, ima više ulja i lakša je proizvodnja ulja te je bolji izbor za proizvodnju ulja od koštice sa ljuskom.

Bučino ulje bogato je nezasićenim masnim kiselinama, mineralima (P, Ca, Mg, K), lecitinom, bjelančevinama, vitaminima A, C, E i K, vitaminima B kompleksa te elementima u tragovima (Fe, Zn, Mn). Također, bučino ulje ima karakteristična senzorska svojstva (okus i miris), dobru oksidacijsku stabilnost i visoku nutritivnu vrijednost. Boja bučinog ulja je tamnosmeđa sa zelenim nijansama.

Bučino ulje se konzumira kao nerafinirano (hladno prešano, djevičansko) salatno ulje, a dobiva se mehaničkim putem pomoću hidrauličkih ili pužnih preša primjenom visokih tlakova.

Cilj ovog rada bio je odrediti iskorištenje ulja iz bućinih koštica izmjenom procesnih parametara kao što su: temperatura zagrijavanja glave preše, frekvencija elektromotora, tip pužnice i veličina otvora glave preše. Korištene su tri dimenzije dubine navoja pužnice:

- pužnica 1: 10 mm dubina navoja,
- pužnica 2: 5 mm dubina navoja,
- pužnica 3: 8 mm dubina navoja.

Sirovina koja se koristila za izradu ovog diplomskog rada je organska koštica bundeve golice vrsta Glajsdorf. Za proizvodnju bućinog ulja korištena je laboratorijska kontinuirana pužna preša. Kao produkti prešanja dobiveni su: sirovo ulje, uljni talog i pogača. Sirovo ulje je odmah nakon prešanja skladišteno na tamnom mjestu. Taloženje ulja trajalo je 2 tjedna, nakon

čega je provedena vakuum filtracija sirovog ulja gdje je dobiven finalni volumen ulja. Nakon prešanja zabilježeni su podatci koji su bili potrebni u daljnjem istraživanju, a to su: volumen i temperatura sirovog ulja, vrijeme potrebno za prešanje, masa pogače i volumen finalnog ulja nakon taloženja i vakuum filtracije.

Standardnim metodama određeni su parametri kvalitete bučinog ulja kao što su: peroksidni broj, slobodne masne kiseline, netopljive nečistoće i udio vlage.

Ekstrakcijom ulja po Soxhlet-u određen je udio ulja u košticama buče i pogači koja zaostaje nakon prešanja kako bi se odredila efikasnost proizvodnje bučinog ulja.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. SIROVINE ZA PROIZVODNJU BILJNIH ULJA

Velik dio biljaka u sjemenu ili plodu sadrži određenu količinu ulja i masti, a kod nekih biljaka udio ulja doseže i do 70 %. Sirovina za dobivanje ulja mora ispunjavati dva osnovna uvjeta: udio ulja mora biti minimalan kako bi njegovo izdvajanje bilo ekonomski prihvatljivo te biljka mora biti pogodna za masovnu proizvodnju (Dimić, 2005.).

Osnovna podjela masti i ulja prema porijeklu sirovine:

1. Ulja i masti iz mesnatog dijela ploda: palmino ulje, maslinovo ulje, avokadovo ulje i sl.

2. Ulja i masti iz sjemena/ ploda prema dominirajućim masnim kiselinama:

- laurinske masti i ulja (kokos, palmine koštice...);
- masti palmitinske i stearinske kiseline (kacao maslac, shea maslac...);
- ulja palmitinske kiseline (palmino ulje, pamukovo ulje...);
- ulja oleinske i linolne kiseline (suncokretovo, sezamovo, kukuruzne klice, koštice buče, uljana repica...).

3. Ulja i masti prema porijeklu biljke:

- ulja iz leguminoza (kikiriki, soja...);
- ulja iz krstašica (repica, slačica...). (Bockisch, 1998.).

Kod proizvodnje ulja mogu se koristiti različiti dijelovi biljke:

- plod (maslina, palma);
- dijelovi ploda (kopra);
- klice (kukuruzna, pšenična i dr.);
- ljuska na samoj jezgri (suncokret, koštica bundeve);
- sjemenke sa ljuskom ploda (mahuna soje, kikirikija i dr.) (Rac, 1964., Sadadinović, 2008.).

Prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima, NN 11/19, s obzirom na tehnološki postupak koji se prijemuje u proizvodnji, ulja se dijele na sljedeće kategorije:

1. Hladno prešana ulja;

2. Rafinirana ulja;
3. Djevičanska ulja.

Hladno prešana ulja su proizvodi koji se dobivaju mehaničkim postupcima iz odgovarajućih sirovina, primjerice prešanjem bez primjene topline. Tijekom postupka prešanja, temperatura ne smije prijeći 50 °C, a ujedno se provodi i čišćenje sirovog ulja sedimentacijom, centrifugiranjem, filtriranjem i pranjem vodom.

Procesom rafinacije jedne ili više vrsta sirovih biljnih ulja dobivaju se rafinirana ulja. Kod rafiniranih ulja dolazi do smanjenja stabilnosti jer se uklanjaju i nepoželjni sastojci i prirodni antioksidansi poput tokoferola, karotenoida, lecitina. Oksidaciju ulja i njegovo kvarenje mogu ubrzati teški metali u uljima.

Za razliku od hladno prešanih ulja, djevičanska ulja su proizvodi koji se dobivaju mehaničkim postupkom prešanja uz upotrebu topline. Potrebno je provoditi čišćenje ulja kao kod proizvodnje hladno prešanog ulja.

2.1.1. Buča

Buča spada u porodicu *Cucurbitaceae*, a uključuje vrste *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo*, *Cucurbita moschata*, *Cucurbita ficifolia* i *Cucurbita turbaniformis*. *Cucurbita pepo* L. uljana je buča koja ima koštice bogate uljem. Bundeve je dospjela u Europu iz Amerike zahvaljujući Kolumbovim putovanjima. Značajan uzgoj buče u Europi zabilježen je u Austriji, Rumunjskoj, Češkoj, Mađarskoj, Sloveniji i Slovačkoj. Bundeve se u Hrvatskoj najviše uzgaja u Međimurju i Podravini. Iako buča uspjeva u velikom rasponu temperatura i uzgaja se u svim zemljama svijeta, prilagođena je za vlažne uvjete, a voli puno sunca. Stradava pri dugotrajnim niskim temperaturama ili mrazovima pa se zato u Hrvatskoj sadi početkom svibnja (Sito i sur., 1998.). Plod buče različitog je oblika i veličine, a može biti loptast, izdužen, jajolik, duguljast ili plosnat (**Slika 1**). Površina buče je glatka ili naborana, a meso ploda je žute, narančaste do bijele boje. Stabljika biljke je rebrasta, bodljikava te prilično dugačka, razgranata i puzava gdje dosegne dužinu i do 12 metara (Karlović i Andrić, 1996.).



Slika 1 Buča

Koštica je bjelkasta ili žuta, a dugačka 7-15 mm. Plosnata koštica uljane buče je zaštićena ljuskom. Postoje dvije vrste koštice, ovisno od strukture i udjela celuloze u ljusci, a to su: koštice sa ljuskom i bez ljuske (golica). Koštica golica ima tanku opnu tamnozelenene boje koja prijanja na jezgru, dok koštica sa ljuskom ima čvrstu, bijelu celuloznu ljusku (**Slika 2**). Iako se obje koštice koriste za proizvodnju ulja, golica se više koristi jer daje veći prinos ulja i pogaču bolje kvalitete. Pogača golice nakon izdvajanja ulja ima visok udio bjelančevina, a malo celuloze (Rac, 1964.).



a)

b)

Slika 2 Bučina koštica: a) golica i b) s ljuskom

Bučine koštice sadrže od 42 do 49 % ulja, a tu su većinom zastupljene nezasićene masne kiseline. Esencijalne aminokiseline zastupljene su u optimalnom omjeru, a udio bjelančevina doseže 32 % (**Tablica 1**) (Rac, 1964.).

Tablica 1 Sastav koštica golice (Rac, 1964.)

| Komponenta | Udio (%) |
|------------|-----------|
| Ulje | 42,2-48,8 |
| Proteini | 32,45 |
| Voda | 5,7-7,4 |
| Pepeo | 3,58 |

Buče vrlo dobro uspjevaju na humusnom, pješčano-ilovastom tlu. Razmnožava se tako da se zasadi njezina koštica (1 koštica). Koštice se sade u tresetne tablete u travnju, a zatim se presađuju u kućice sredinom svibnja. Ako se buče sade odmah na otvorenom (u Primorju u travnju, a na kontinentu u svibnju) u kućice se stavljaju 2-3 koštice, dobro zaliju i prekriju folijom. Buča se na istoj površini ne smije zasaditi najmanje 4 godine. Sadnja se provodi kad nema opasnosti od mrazeva, između 20. travnja do 10. svibnja. Pri optimalnim temperaturama od 22-24 °C buča nikne za 3-4 dana, a rast se zaustavlja pri 12 °C. Da bi započelo klijanje potrebna je temperatura tla od minimalno 14 °C, iako se klijanje tada sporo odvija. (Agroklub)

2.1.2. Upotreba bučine koštice

Buča ima raznoliku upotrebu upravo zbog toga što možemo iskoristiti i koštice i mesnati dio ploda. Mesnati dio ploda koristi se za pripremu slastica, kulinarstvu, proizvodnji voćnih sokova i drugih prehrambenih proizvoda. Pored toga, mesnati dio koristi se i za ishranu stoke. Koštica buče koristi se za proizvodnju jestivih ulja i kao grickalica. S obzirom na svoja brojna pozitivna svojstva sve je veća potražnja bučinog ulja (hladno prešano, djevičansko).

Nakon procesa prešanja koštice zaostaje visoko kvalitetna pogača. Zaostala pogača koristi se kao stočna hrana, ali sve više pronalazi primjenu u prehrambenoj industriji za razvoj novih proizvoda. Najčešće se koristi u konditorskoj industriji, za bojanje tjestenine, kod proizvodnje žitnih pahuljica, u mljekarskoj industriji kod proizvodnje obojenih namaza, jogurta i sličnih proizvoda (Leder i Molnar, 1993.).

2.1.3. Sastav i fizikalno-kemijske karakteristike bučinog ulja

Bučino ulje se odlikuje raznim pozitivnim svojstvima poput:

- karakterističnih senzorskih svojstava (okus i miris);
- visokih biološko-nutritivnih vrijednosti (nezasićene masne kiseline, puno karotena, vitamina E, kalija);
- dobrih farmaceutskih svojstava;
- izuzetno dobre oksidacijske stabilnosti (održivosti ulja) i
- tamnosmeđe boje ulja sa zelenim nijansama (Moslavac, 2015.).

Oplemenjivanjem uljane bundeve nastaju nove sorte bundeve sa ljuskom (Olivija) i bez ljuske (Olinka) sa većim udjelom oleinske kiseline. Obje ove sorte (Olivija i Olinka) imaju visok prinos bundeve (50-55 t/ha), suhog zrna (800-1000 kg/ha) i količinu ulja u jezgri 45-49 % (Moslavac, 2015.). Koštica buče bogata je uljem što se vidi u **Tablici 2**.

Tablica 2 Osnovni kemijski sastav koštice uljane bundeve (Moslavac, 2015.)

| Komponenta | Koštica | | Koštica sorte | |
|----------------------------------|------------|--------|---------------|--------|
| | sa ljuskom | golica | Olivija | Olinka |
| Udio ljuske (%) | 15-39 | - | 24 | - |
| Sadržaj ulja u koštici (% na SM) | 33-40 | 42-51 | 35,3 | 42,6 |
| Sadržaj ulja u jezgri (% na SM) | - | - | 47,7 | - |
| Sadržaj proteina u koštici (%) | 26-30 | 30-33 | 37,2* | 46,33 |
| Kvaliteta ulja u koštici | | | | |
| Kiselinski broj (mgKOH/g) | - | - | - | 0,72 |
| Peroksidni broj (mmol/kg) | - | - | - | 1,16 |

*računato na suhu tvar

Sastav masnih kiselina ovisi o nekoliko faktora kao što su: sorta buče, klima i zrelost ploda, te područje uzgoja. Dominantne masne kiseline u bučinom ulju su: palmitinska (C16:0), stearinska (C18:0), oleinska (C18:1) i linolna (C18:2) prikazano u **Tablici 3**. Linolna masna kiselina potrebna je za formiranje staničnih membrana, vitamina D i različitih hormona (Dimić, 2005.). Linolna masna kiselina kao esencijalna masna kiselina sudjeluje u različitim metaboličkim putevima regulacije imuniteta, upalnih procesa i centralnog živčanog sustava. Oleinska masna kiselina ima pozitivan učinak u prevenciji bolesti krvožilnog sustava (Balbino, 2017.).

Tablica 3 Prosječni sastav masnih kiselina bučinog ulja (Delaš, 2010.)

| Masna kiselina | Oznaka (C:nezasićene veze) | Udio (%) |
|----------------|-------------------------------|--------------|
| Miristinska | 14:0 | 0,10 ± 0,01 |
| Palmitinska | 16:0 | 12,01 ± 0,48 |
| Palmitoleinska | 16:1 | 0,13 ± 0,06 |
| Margarinska | 17:0 | 0,07 ± 0,01 |
| Stearinska | 18:0 | 5,25 ± 0,62 |
| Oleinska | 18:1 | 35,12 ± 4,31 |
| Linolna | 18:2 | 46,58 ± 4,41 |
| Linolenska | 18:3 | 0,25 ± 0,10 |
| Arahidna | 20:0 | 0,32 ± 0,04 |
| Gadoleinska | 20:1 | 0,09 ± 0,01 |
| Behenska | 22:0 | 0,08 ± 0,02 |

Bučine koštice korisne su u borbi protiv raka debelog crijeva (Awad i sur., 1998), a bogate su i biljnim sterolima zbog efekta smanjenja kolesterola (Miettinen i sur., 1995.; Jones i sur.,

2000.). Također, bučine koštice sadrže značajnu količinu vitamina E (Murkovic i sur., 1996.), a glavni oblik vitamina E koji se pojavljuje je α -tokoferol (Murkovic i sur., 2004.).

S obzirom da bučino ulje pripada grupi ulja visoke nutritivne vrijednosti, u **Tablici 4** navedene su nutritivne komponente. Sastojci koji doprinose nutritivnoj vrijednosti ulja su tokoferoli, karotenoidi, steroli, fosfolipidi, fenolni spojevi i dr. Oni imaju velik metabolički značaj u organizmu jer djeluju protuupalno, diuretski, antimikrobno te blokiraju slobodne radikale.

Tablica 4 Nutritivne komponente tri uzorka hladno prešanog bučinog ulja i dva uzorka djevičanskog bučinog ulja, golica, sorta "Olinka" (Novaković, 2009.)

| Neosapunjive tvari (g/kg) | Hladno prešano ulje | | | Djevičansko ulje | |
|-----------------------------------|---------------------|--------|--------|------------------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| | 6,72 | 6,15 | 5,38 | 7,63 | 7,91 |
| Ukupni fosfolipidi (mg/kg) | 45,75 | 34,25 | 44,28 | 2932,89 | 1527,1 |
| Ukupni tokoferoli (mg/kg) | 883,45 | 831,83 | 927,68 | 1236,27 | 1002,89 |
| Ukupna fenolna jedinjenja (mg/kg) | 9,45 | 10,64 | 12,24 | 24,22 | 21,83 |
| Ukupni karotenoidi (mg/kg) | 7,85 | 8,7 | 7,43 | 15,36 | 14,19 |

U **Tablici 5** prikazan je sadržaj i sastav neosapunjivih tvari bučinog ulja. Zbog dobre nutritivne kvalitete bučino ulje spada u skupinu skupih i ekskluzivnih jestivih ulja. Ima specifičan sastav tokoferola i ostalih sastojaka što mu daje dobru održivost.

Tablica 5 Sadržaj i sastav neosapunjivih tvari u bučinom ulju

| Neosapunjive tvari | (Karleskind, 1996.) | (Karlović,2001.) |
|--|---------------------|------------------|
| Sadržaj neosapunjivih tvari (g/kg) | 12 | - |
| Sadržaj ukupnih sterola (mg/kg) | 3600 | - |
| Sastav sterola (% od ukupnih sterola) | | |
| Spinasterol | 33,2 | - |
| Stigmastetriene-ol | 22,4 | - |
| Stigmastadien 7-25-ol | 19,5 | - |
| Stigmastadien 7-24-ol | 20,1 | - |
| Triterpen alkoholi (mg/kg) | 1660 | - |
| Sadržaj ukupnih tokoferola (mg/kg) | 840 | 766 |
| Sastav tokoferola: (% od ukupnih tokoferola) | | |
| α -tokofeol | 7,3 | 10,4 |
| γ -tokoferol | 89,3 | 88,8 |
| δ -tokoferol | 3,2 | 0,8 |

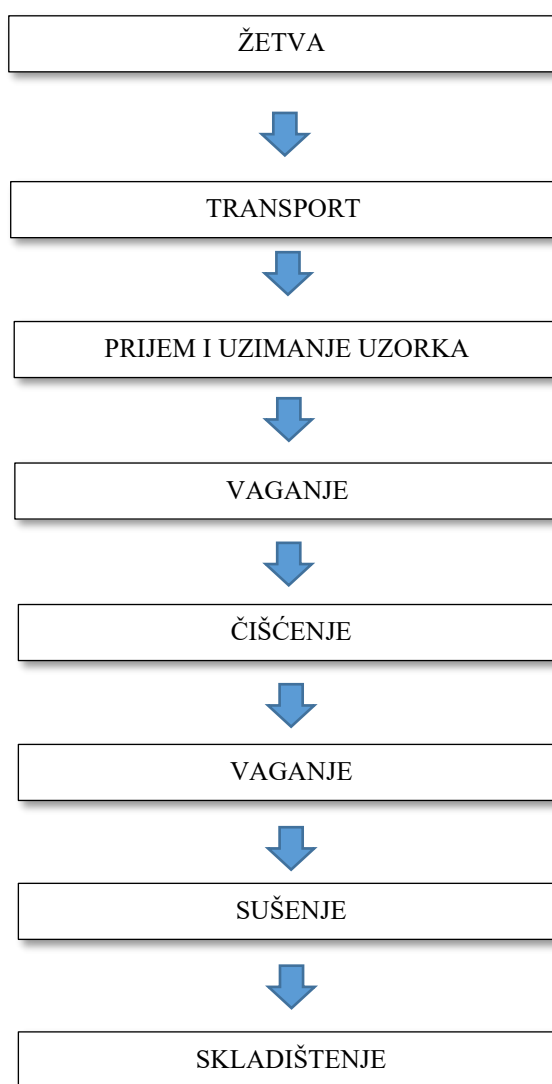
2.2. PRIPREMA SIROVINE ZA SKLADIŠTENJE

Kako bi se dobilo što kvalitetnije hladno prešano ulje i djevičansko ulje jako je bitno osigurati kvalitetu sirovine za preradu, a to se postiže:

- kvalitetno obavljenom žetvom, tj. prikupljanjem plodova;
- kvalitetnim čišćenjem i sušenjem;
- skladištenjem sirovine pri najpovoljnijim uvjetima sve do trenutka prerade (Dimić, 2005.).

Za sigurno i uspješno skladištenje potrebno je najveću pažnju posvetiti žetvi, transportu i pripremi za skladištenje. Cilj skladištenja sjemenki uljarica je da se u kraćem ili dužem vremenskom periodu sačuvaju najvrijedniji sastojci kao što su ulje i proteini, ali i ostale druge značajne komponente ulja (Dimić, 2005.).

Na **Slici 3** je prikazan shematski prikaz pripreme sjemenki za skladištenje (Moslavac, 2020.).



Slika 3 Shema pripreme sjemenki za skladištenje (Moslavac, 2020.)

Žetva sirovine

Kako bi osigurali kvalitetu sirovine i izbjegli nepotrebne gubitke važno je odrediti pravilno vrijeme žetve ili ubiranja plodova i dobro provesti žetvu. Glavni čimbenici koji utječu na kvalitetu sjemenke i visinu gubitaka pričikom žetve su:

- period prije žetve;
- period za vrijeme žetve;
- period nakon žetve.

Za period prije žetve su vrlo bitni klimatski uvjeti, štete od insekata, korov, izlomljene i povijene biljke, biljne bolesti i dr, dok su za period nakon žetve bitni biokemijski i biološki procesi (Dimić, 2005.). Kod perioda za vrijeme žetve bitan je način žetve, brzina uređaja, veličina sita i dr.

Žetva se treba obaviti kad je sjemenka uljarice zrela jer je tada sadržaj slobodnih masnih kiselina najniži. Visina gubitaka tijekom žetve određuje pravi izbor trenutka žetve te izbor i redovito održavanje uređaja za žetvu (Dimić, 2005.). Da bi se spriječilo narušavanje kvalitete ulja jako je bitno da se biokemijski i biološki procesi u sjemenkama nakon žetve drže pod kontrolom. Biokemijski procesi oksidacije i hidrolize ne mogu se u potpunosti ukloniti, ali se mogu usporiti. Na njih utječe skladištenje, odnosno vlaga i temperatura, a propusti pri skladištenju mogu imati teške posljedice. Kod sjemenki koje su oštećene, izlomljene ili izgnječene posebno se aktiviraju biokemijski procesi i smanjuju kvalitetu ulja. Baš zbog toga bitno je da se žetva provede sa što manje oštećenja sjemenki. Biološki uzroci obuhvaćaju oštećenja od insekata, ptica i životinja (najčešće su to glodavci) i djelovanje mikroorganizama (gljivice i kvasci). Dodatna biološka oštećenja uzrokuje i klijanje sjemenki (Bockisch, 1998.).

Buča je spremna za branje kad započne sušenje zelenih dijelova biljke i listova. Plodna drška je potpuno suha, a zreli plodovi dobiju karakterističnu boju te se kora teško može probosti noktom. Da bi bili sigurni u zrelost buče najbolji je način provjere otvaranje ploda i vađenje koštica. Zrela koštica lako se odvaja od placente, dobro je natopljena i tamnozelene je boje. Berba ploda provodi se ručno ili pomoću strojeva. Ako se koštica vadi pomoću uređaja, tj. kombajna, otkinuti plodovi buče se slažu u redove duž njive (**Slika 4**). Ako se koštica ipak vadi ručno, otkinuti plodovi se utovaraju i transportiraju. Vrijeme ubiranja buče je od 15. rujna do 20. listopada. Prije vađenja koštice, plodovi bi u redovima trebali ostati 7-10 dana jer je to vrijeme neophodno za dozrijevanje ploda i koštice. Vađenje koštice je lakše iz dozrelih plodova (Bavec, 2011.).



Slika 4 Kombajn za prikupljanje buče

Transport sirovine

Transport sjemenki do mjesta prerade provodi se pomoću kamiona, željeznicom ili brodovima, a potrebno je osigurati zaštitu sirovina od vlage, zagađenja kemikalijama ili nekim drugim primjesama. Neke uljarice mogu se transportirati i skladištiti, ali neke vrste imaju osjetljivi mesnati dio ploda te je onda potrebna brza prerada na mjestu uzgoja (Dimić, 2005.). Mora se strogo paziti da se sirovina ne ošteti ili da ta oštećenja budu minimalna pri transportu do i u skladišnim prostorima, od skladišta do mjesta prerade.

U industriji ulja može se provoditi unutarnji i vanjski transport. Kod unutarnjeg transporta razlikujemo:

- silazni transport;
- uzlazni transport;
- horizontalni transport.

Silazni transport provodi se protočnim cijevima koje mogu biti vertikalne ili kose, ovisno o mehaničkim svojstvima sjemena. Za uzlazni transport koriste se elevatori kojima se provodi transport sa nižeg položaja na viši položaj u okomitom smjeru.

Elevatori koriste dvije osnovne vrste pražnjenja:

- centrifugalno pražnjenje (iskipavanjem) i
- gravitacijsko pražnjenje.

Kod horizontalnog transporta najčešće se koriste pužni transporteri, transporteri sa beskonačnim trakama te lančasti transporteri. Za vanjski transport koristi se struja zraka, tj. pneumatski transport.

Pneumatski transport obuhvaća dva osnovna sustava:

- rad sa vakuumom- uređaj usisava zrak i povlači materijal za transport i
- rad pod tlakom- kompresor potiskuje zrak kroz transportnu cijev gdje prolazi sipki materijal (Moslavac, 2020.).

Prijem sirovine i uzimanje uzorka

Kako bi proveli detaljnu kontrolu sirovine bitno je provesti provjeru zdravstvene ispravnosti te provjeru tehnološke i kemijske kvalitete. Kod proizvodnje hladno prešanih ulja sirovina ima direktan utjecaj na kvalitetu ulja i zato je važno provesti provjere. Kontrolom sirovine provjerava se je li sirovina pogodna za daljnju preradu (Dimić, 2005.). S obzirom da se kod hladno prešanih ulja ne provodi proces rafinacije kojim bi se popravila kvaliteta ulja, ovaj korak je vrlo bitan da bi dobili kvalitetan proizvod.

Nakon što se sirovina zaprimi provjerava se zdravstvena ispravnost. Ako se kontrolom sirovine dobiju rezultati koji ukazuju na to da je sirovina zdravstveno ispravna provodi se kontrola kemijsko-tehnološke kvalitete. Kod ovih provjera uzimaju se uzorci koji predstavljaju dio ukupne šarže (Dimić, 2005.).

Pranje i sušenje

Pranje bučinih koštica provodi se da bi se uklonile primjese, ljepljiva sluz koja ometa sušenje i da bi se uklonili mesnati dijelovi buče. Pranje treba obaviti sa što većim učinkom i efikasnošću, ali i sa što manjom količinom vode. Provodi se na bubnjastim peračicama sa mlazom vode (**Slika 5**). Nakon pranja obavlja se cjeđenje koštica koje se provodi na kontejnerima sa perforiranim ili mrežastim dnom u kojima se onda koštica prevozi do sušare.



Slika 5 Bubnjasta peračica

Proces sušenja skraćuje se cjeđenjem koštica. Početni sadržaj vlage bučine koštice je 35 do 45 %, a 50 do 55 % nakon pranja. Ravnotežni sadržaj vlage bučine koštice je od 7 do 8 % kod temperature skladištenja od 10 do 20 °C i relativne vlažnosti zraka od 60 do 70 %. Sušenjem se sadržaj vlage u sjemenci snižava do vrijednosti koja će zaustaviti biološku i enzimsku aktivnost i zbog očuvanja kvalitete. Sprječava se i razmnožavanje mikroorganizama da ne dođe do povećanja kiselosti ulja. Promjenom sadržaja slobodnih masnih kiselina prati se utjecaj vlage na biološku i enzimsku aktivnost koštica (Dimić, 2005.).

Voda u sjemenkama uljarica može biti:

- slobodna voda;
- higroskopna voda i
- kristalna voda.

Slobodna voda s površine se lako uklanja, a higroskopna voda puno teže. Sadržaj higroskopske vode ovisi o relativnoj vlažnosti zraka i zato ju je teže ukloniti. Kristalnu vodu moguće je ukloniti jedino uz povišenje temperature (Rac, 1964.).

Vrijeme trajanja skladištenja se smanjuje uz povećan sadržaj vlage. Optimalan udio vlage je direktno povezan s duljinom planiranog skladištenja sjemenki, a da pri tome ne dođe do promjene kvalitete. Da bi se uljarica pravilno skladištila postoji maksimalan sadržaj vlage prilikom kojeg je to moguće. Sadržaj vlage i troškovi proizvodnje proporcionalne su veličine, tj. ukoliko raste sadržaj vlage, rastu i troškovi. Kod proizvodnje hladno prešanih ulja sušenje sjemenki se mora provesti bez obzira na uvjete skladištenja jer se tako inaktiviraju enzimi i usporava proces hidrolize (Dimić, 2005.).

Sušenje se može provoditi prirodnim putem, tj. provjetravanjem, ali je to dugotrajan proces pa se rjeđe koristi. Upravo zbog toga, u industriji se više koristi sušenje pri povišenim temperaturama, jer je brže i ekonomičnije. Kod procesa sušenja prvo se uklanja slobodna voda, a zatim slijedi difuzno odvođenje vode prema površini sjemenke gdje se ona uklanja sušenjem. Kada se uspostavi ravnoteža između zraka u prostoru i sjemenke, završava i proces sušenja. Postizanje ravnoteže ovisi o temperaturi i relativnoj vlažnosti zraka (Dimić, 2005.).

Sušenje se može provesti ovisno o načinu dovođenja i odvođenja topline, a to može biti:

- kondukcijom (dodirom);

- konvekcijom;
- radijacijom (zračenjem);
- električnim sušenjem pomoću struje visoke frekvencije (Moslavac, 2020.).

Ukoliko se sušenje provodi kondukcijom, to znači da je materijal u neposrednom dodiru s grijanom metalnom površinom. Ako se za sušenje koristi konvekcija, onda se materijal zagrijava toplim zrakom ili sagorijevanim plinovima. U industriji ulja za sušenje sjemenki najčešće se primjenjuje konvekcija. Sušenje radijacijom provodi se primjenom infracrvenih zraka (Dimić, 2005.).

Električno sušenje pomoću struje visoke frekvencije koristi se tako da se brzo vrši zagrijavanje središnjeg dijela sjemena uz ubrzano isparavanje vode (Moslavac, 2020.). Sušenje može biti kontinuirano i diskontinuirano, ovisno o materijalu koji se suši. Također, sušenje se može provoditi istostrujno, protustrujno i unakrsno (Čorbo, 2008.).

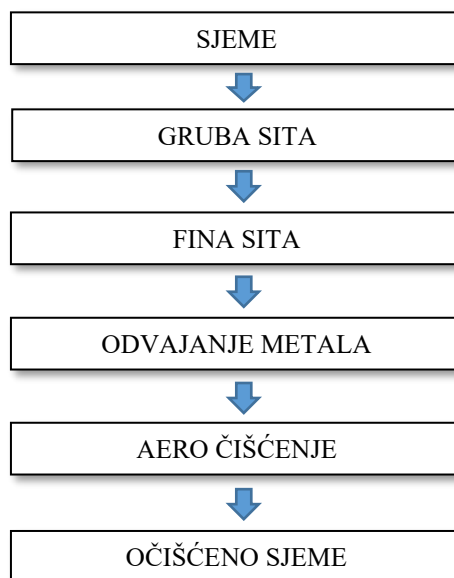
Čišćenje

Nečistoće mogu štetno djelovati na uskladištenu sirovinu, pogoršati kvalitetu ulja ili oštetiti uređaje pri preradi. Upravo zbog toga čišćenje sjemenki važno je provesti prije skladištenja i prerade kako bi se uklonile nečistoće. Nečistoće su prisutne kod svih uljarica gdje dospiju prilikom žetve ili transporta. One mogu biti organskog i anorganskog podrijetla. Nečistoće organskog podrijetla obuhvaćaju 90 % ukupne mase, dok anorganske nečistoće obuhvaćaju tek 10 % ukupne mase. Organske nečistoće potiču od same biljke (list, stabljika, sjeme druge uljarice), a anorganske nečistoće potiču od mjesta na kojem je biljka posađena (zemlja, prašina, kamenčići i sl.) (Čorbo, 2008.).

Čišćenje sjemenki je tehnološka operacija koja se zasniva na principima razdvajanja, a provodi se:

- prosijavanjem i rešetanjem;
- odvajanjem na bazi magnetizma;
- odvajanjem aspiracijom i propuhivanjem.

Prosijavanje se provodi odvajanjem na temelju različitih dimenzija nečistoća i sjemenki, dok se odvajanje aspiracijom provodi na osnovu različitih aerodinamičkih svojstava sjemenki i nečistoća (Dimić, 2005.). Na **Slici 6** prikazana je shema stupnjeva čišćenja sjemenki uljarica.



Slika 6 Shema čišćenja sjemenki uljarica (Bockisch, 1998.)

Skladištenje sirovina

Skladištenjem treba sačuvati komercijalnu vrijednost i kvalitetu sjemenki. Vrijeme čuvanja sjemenki je ograničeno jer se procesi koji mijenjaju kvalitetu sjemenki i dalje odvijaju bez obzira na to što je uljarica dobro pripremljena za skladištenje. Uljarica mora biti prethodno očišćena i osušena te imati optimalnu vlažnost da bi se mogla skladištiti. Ovisno o vremenu čuvanja uljarice, skladištenje može biti privremeno i stalno.

Privremena skladišta mogu biti razne prostorije ili nadstrešnice, a sirovina se čuva u vrećama ili u rasutom stanju. S obzirom da se ovakvo skladištenje provodi na kratko vrijeme, ovakva skladišta ne sadrže čistilice i sušare. Stalna skladišta su građevinski objekti koji su specijalizirani baš za čuvanje uljarica na duže vrijeme. Oni mogu biti različito izvedeni, kao podna skladišta i skladišta ćelijskog tipa te silosi (Dimić, 2005.).

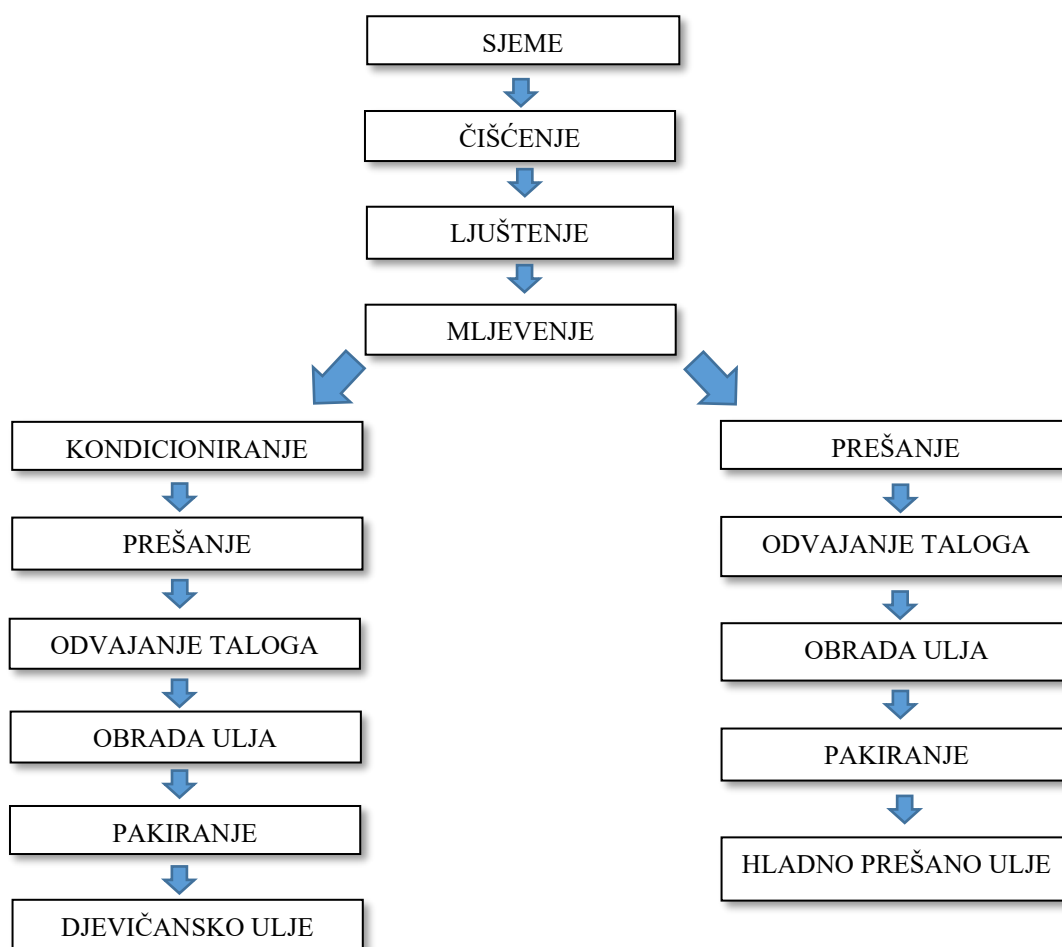
Gubitci su neizbježni tijekom skladištenja, npr. lom zrna, disanje, kvarenje sirovina samozagrijavanjem, napadom kukaca, grinja, ptica, glodavaca i mikroorganizama, stoga je važno pravilno skladištiti proizvod, osušiti i provjetravati kako bi se gubitci i kvarenje sveli na minimum (Rozman i Liška).

2.3. PROIZVODNJA HLADNO PREŠANOG ULJA

Hladno prešana biljna ulja su proizvodi koji se dobivaju prešanjem sirovina na sobnoj temperaturi bez zagrijavanja. Zagrijavanjem bi se narušila nutritivna vrijednost i kvaliteta ulja. Prije prešanja potrebno je pripremiti sirovinu. Sirovina prolazi kroz procese čišćenja, sušenja, ljuštenja i usitnjavanja. Pročišćavanje dobivenog sirovog ulja obavlja se isključivo taloženjem, filtracijom, centrifugiranjem ili vodom. Proces proizvodnje hladno prešanih ulja iz sjemenke uljarica je relativno jednostavan, ali postoji velik broj čimbenika koji mogu utjecati na kvalitetu dobivenog ulja i stoga treba biti oprezan. Tehnološki proces proizvodnje jestivih hladno prešanih nerafiniranih ulja provodi se u 2 osnovne faze:

- priprema sirovine za izdvajanje ulja;
- izdvajanje ulja mehaničkim putem prešanjem.

Na **Slici 7** prikazana je tehnološka shema proizvodnje hladno prešanih biljnih ulja iz uljarica.



Slika 7 Blok shema proizvodnje hladno prešanih i djevičanskih nerafiniranih ulja iz uljarica

(Dimić, 2005.)

Polazne sirovine potrebno je pripremiti tako da se omogući lakše izdvajanje ulja upravo zato što nema procesa rafinacije. Priprema sirovine obuhvaća čišćenje, ljuštenje i mljevenje, ali sama priprema ovisi o vrsti sirovine. Za proizvodnju hladno prešanog bučinog ulja koristi se samo očišćena sirovina sa ili bez postupka mljevenja koja zatim ide na proces prešanja (Dimić, 2005.).

2.3.1. Čišćenje sirovine

Kako bi uklonili nečistoće, sirovina prije prerade mora proći proces čišćenja. Nečistoće mogu biti organskog ili anorganskog porijekla. Izdvajanje nečistoća daje bolju senzorsku i kemijsku kvalitetu ulja a izdvajanjem metala se uklanja mogućnost oštećenja uređaja. Iz sirovine treba potpuno ukloniti sve nečistoće zbog direktnog utjecaja na kvalitetu ulja. Čišćenje sjemenki zasniva se na raznim principima razdvajanja poput prosijavanja (odvajanje na bazi različitih dimenzija sjemenki i nečistoća), odvajanja na bazi magnetizma i odvajanja aspiracijom (odvajanje na bazi različitih aerodinamičkih svojstava sjemenki i nečistoća) (Dimić, 2005.).

2.3.2. Mljevenje

Kako bi se ulje što lakše odvojilo od sjemenke, sirovinu je potrebno prethodno pripremiti. Iako mljevenje nije neophodno za sve vrste uljarica, predstavlja važnu tehnološku operaciju kod izdvajanja ulja prilikom prešanja. Može se vršiti na razne načine, da se melje sjemenka sa ljuskom, samo jezgra ili u kombinaciji.

Glavni cilj mljevenja je razaranje stanica kako bi se ulje lakše izdvojilo. Također, mljevenjem se postiže optimalna i ravnomjerna veličina čestica što uvelike doprinosi većoj efikasnosti prešanja.

Za mljevenje sjemenki i plodova uljarica najčešće se koriste mlinovi na valjke. Grubo mljevenje je najčešći način mljevenja, a provodi se na valjcima s različitim nazubljenim ili pločastim mlinovima (Dimić, 2005.).

2.3.3. Prešanje

Prešanje je tehnološki proces tijekom kojeg se mehaničkim putem iz sirovina izdvaja ulje pomoću visokih tlakova. Najčešće se koriste pužne i hidraulične preše. Pužne preše imaju razne kapacitete prerade sirovine i najviše se koriste. Kontinuirane pužne preše se primjenjuju

za predprešanje gdje se iz sirovine uklanja samo dio ulja i za završno prešanje gdje se uklanja skoro cjelokupna količina ulja, a zaostaje pogača sa sadržajem ulja od 5 % do 7 % (Dimić, 2005.).

Pužna preša

S obzirom na način rada preše dijelimo na kontinuirane i diskontinuirane. Zbog većeg kapaciteta prerade u proizvodnji biljnih ulja više se koriste kontinuirane pužne preše. Kontinuirane pužne preše su u osnovi pužni transporteri, a imaju zapreminu koja je promjenjiva za materijal. Na taj način se mijenja radni tlak duž preše i kompenzira gubitak tlaka tijekom istjecanja isprešanog ulja. Kontinuirana pužna preša sastoji se od vodoravnog puža na glavnoj osovini, koša oko puža, uređaja za regulaciju debljine pogače, uređaja za punjenje i doziranje materijala i kućišta preše. Vodoravni puž u slučaju kvara ili istrošenosti može se skinuti i zamijeniti. Materijal se pomoću puža potiskuje iz većeg u manji zatvoreni prostor gdje dolazi do sabijanja materijala, porasta tlaka i cijedenja sirovog ulja. Regulacija debljine izlaza pogače u preši postiže se odgovarajućom konstrukcijom izlaznog konusa, a radni tlak u preši regulira se preko različite debljine pogače (Rac, 1964.). Pužne preše služe i kao transportno sredstvo (**Slika 8**).



Slika 8 Kontinuirana pužna preša proizvođač ElektroMotor-Šimon d.o.o.

Stupanj djelovanja kontinuiranih pužnih preša koje rade kao predpreše je oko 50 – 60 % u odnosu na sadržaj ulja, a kod završnih preša može iznositi čak i 80 – 90 % (Dimić i Turkulov, 2000.). Tijekom prešanja neizbježan je porast temperature jer se stvara veliko trenje u

materijalu i preši. Zbog visokih trenja porast temperature materijala može dosegnuti i temperaturu od 170 °C. Temperatura sirovog ulja koje napušta prešu je vrlo bitna jer kod proizvodnje hladno prešanih ulja ne bi smjela biti viša od 50 °C. Upravo zbog toga koriste se posebno konstruirane preše ili se prešanje mora provesti pri nižem tlaku. Sadržaj zaostalog ulja u pogači u tom slučaju je veći, to jest prinos ulja je manji (Bockisch, 1998.). Prilikom prešanja dobiju se 3 proizvoda: nepročišćeno ulje (sirovo ulje), uljna pogača i uljni talog (**Slika 9**).



a)

b)



c)

Slika 9 Proizvodi dobiveni prešanjem: a) sirovo ulje nakon prešanja, b) pogača, c) sirovo ulje i uljni talog

Hidraulične preše

U proizvodnji jestivih biljnih ulja najstariji uređaji koji su se koristili jesu hidraulične preše. Iako im je primjena sve rjeđa i danas se koriste za proizvodnju maslinovog ulja, ulja sezama i ulja koštica buče (Rac, 1964.). Njihovim radom postižu se visoki procesni tlakovi (200 – 350 bara).

2.3.4. Odvajanje netopljivih nečistoća

U sirovom ulju nakon prešanja mogu se naći razne nečistoće, a one mogu biti:

- mehaničke (netopljive) nečistoće;
- voda;
- sluzave tvari.

Nečistoće mogu nepovoljno utjecati na senzorska svojstva ulja stoga ih je potrebno ukloniti. Mehaničke nečistoće i njihova količina u ulju ovisi o više čimbenika, a to su: konstrukcija preše, vrsta sirovine, finoća usitnjavanja materijala prije prešanja, tlak prešanja itd. U mehaničke, tj. netopljive nečistoće ubrajamo sitnije i krupnije dijelove sjemenke ili ploda (ljuska, jezgra) i masnu prašinu koji prilikom prešanja dospiju u ulje.

Mehaničke nečistoće možemo ukloniti pomoću nekoliko metoda:

- taloženje/sedimentacija;
- filtracija (primjenom filter preše);
- centrifugalnim separatorom.

Odvajanje mehaničkih nečistoća taloženjem

Najjednostavniji način izdvajanja mehaničkih nečistoća iz sirovog ulja je taloženje ili sedimentacija. S obzirom da mehaničke nečistoće imaju veću specifičnu masu od ulja, izdvajanje se vrši prirodnim putem, tj. taloženjem na dno posude ili rezervoara. Brzina sedimentacije je uvijek mala zbog razlike u specifičnoj masi taložnih čestica i ulja koja je mala te visokog viskoziteta ulja. Zato taloženje u praksi može trajati od nekoliko dana pa sve i do nekoliko tjedana. Najpovoljnije je da se taloženje odvija u rezervoarima koji na raznim visinama imaju slavine za ispuštanje već bistrih gornjih slojeva ulja (Dimić, 2005.).

Odvajanje mehaničkih nečistoća filtracijom

Sirovo prešano ulje se procesom filtracije propušta kroz filter na kojem zaostaju mehaničke nečistoće. Mogu se koristiti razna filtracijska sredstva poput filtracijske tkanine od pamuka, lana, sintetskih vlakana ili fina metalna sita. Ako je potrebno, filtracija se može ponavljati i nekoliko puta.

Uređaje za filtraciju možemo podijeliti na:

- uređaje za odvajanje grubog taloga i
- uređaje za odvajanje finog taloga iz sirovog ulja.

Uređaji za odvajanje grubog taloga su:

- vibracijska sita i
- filtracijske centrifuge.

Uređaji za odvajanje finog taloga su:

- filter preše;
- kontinuirani filteri;
- centrifugalni separatori.

Kapacitet filtracije je proporcionalan veličini filtracijske površine i brzini kojom se filtrira. Uz to brzina filtracije ovisi o veličini pora filtera, viskozitetu ulja i osobinama taloga koji zaostaje na filteru. Dodatkom pomoćnog filtracijskog sredstva može se povećati brzina filtracije (Dimić, 2005.; Rac, 1964.).

Sadržaj netopljivih nečistoća u hladno pešanim i djevičanskim uljima dozvoljen je u količini od najviše 0,05 % (Pravilnik o jestivim uljima i mastima NN 11/19).

2.4. PAKIRANJE I SKLADIŠTENJE BILJNIH ULJA

Jestivo biljno ulje je prehrambeni proizvod koji je prema održivosti jako osjetljiv. Za vrijeme skladištenja ulja kvaliteta ulja se mijenja pod utjecajem čimbenika poput temperature, svjetlosti, kisika i sl. Upravo zbog toga ambalažni materijali za pakiranje prehrambenog proizvoda se biraju na osnovu svojstava proizvoda koji se želi zapakirati.

Ambalažni materijal mora imati karakteristike da:

- potpuno zaštititi proizvod;
- ima poželjna barijerna svojstva na plinove, vodenu paru, svjetlost i otopine;
- ima dobra fizikalno-mehanička svojstva;
- onemogućiti interakciju s proizvodom;
- pruža mogućnost lakog otvaranja i
- pruža potrebne informacije (Curaković i sur., 1996.).

Ambalaža je sredstvo koje prihvaća proizvod i štiti ga do upotrebe čineći zajedno s proizvodom jednu cjelinu. Proizvod je na taj način zaštićen od djelovanja različitih čimbenika (Dimić, 2005.).

Pakiranje proizvoda je tehnološki proces punjenja proizvoda u ambalažu koji obuhvaća pripremu, odmjeravanje, podešavanje odnosa komponenti, razlijevanje, zatvaranje, obilježavanje pojedinačnih pakiranja, zbirnog pakiranja, etiketiranje i paletizacije. Jestiva biljna ulja najčešće se pakiraju u ambalažne materijale poput stakla, polimernih i kombiniranih materijala i inoks spremnike. Staklene boce, boce od polimernih materijala (najčešće PET) i ambalaža tipa Tetra brik proizvode se od navedenih ambalažnih materijala. Ambalaža uz zaštitnu funkciju treba imati i privlačan izgled, dizajn i oblik kako bi ga potrošači prvog uočili i obavili kupnju. Potrebno je ispuniti osnovne zahtjeve za kvalitetu kao što su zdravstvena ispravnost, fizikalno-mehanička, dimenzijska i barijerna svojstva (Dimić, 2005.). Proizvedena hladno prešana ulja potrebno je puniti u staklenu tamnu bocu kako bi se ulje zaštitilo od oksidacijskog kvarenja uzrokovanog svjetlom.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Zadatak ovog istraživanja bio je odrediti utjecaj procesnih parametara prešanja bučinih sjemenki na učinkovitost proizvodnje hladno prešanog bučinog ulja. Također ispitan je utjecaj vrste pužnice na iskorištenje bučinog ulja tijekom postupka hladnog prešanja.

Prilikom prešanja korištene su različite temperature grijača glave preše (100 °C i 110 °C), frekvencije elektromotora (25 Hz i 35 Hz) te tip pužnice (5 mm, 8 mm i 10 mm dubine navoja). Uz sve te procesne parametre korišteni su i različiti nastavci na glavi preše za izlaz pogače od 6 mm, 8 mm i 10 mm.

Metodom po Soxhlet-u u dobivenoj koštici i pogači buče određen je udio ulja. Standardnim metodama određeni su i parametri kvalitete hladno prešanog bučinog ulja: peroksidni broj, slobodne masne kiseline, udio vlage i udio netopljivih nečistoća.

3.2. MATERIJALI I METODE

3.2.1. Materijali

Sirovina korištena u ovom istraživanju bila je očišćena i osušena organska koštica buče (golica) sorta Glajsdorf prikazana na **Slici 10**.



Slika 10 Bučine koštice (golica)

Za prešanje koštica buče korištena je laboratorijska kontinuirana pužna preša prikazana na **Slici 11**. Prešanjem iz koštice buče dobiveno je sirovo ulje, uljni talog i pogaču (**Slika 12**). Nakon

prešanja proizvedeno sirovo ulje je skladišteno na tamnom mjestu pri sobnoj temperaturi gdje se taložilo 2 tjedna.



Slika 11 Kontinuirana pužna preša



Slika 12 Bučina pogača

Istaloženo ulje razdijelilo se u dva sloja: krute netopljive čestice i ulje prikazano na **Slici 13**. Vakuum filtracijom sirovo ulje se odvojilo od sitnih krutih čestica. Vakuum filtracija provodila se pomoću Büchnerovog ljevka i boce za odsisavanje (**Slika 14**). Nakon što je određen volumen

finalnog ulja za svaki uzorak, finalno hladno prešano bučino ulje je prikupljeno u tamnu staklenu bocu gdje je čuvano do ostalih analiza parametara kvalitete.



Slika 13 Istaloženo bučino ulje



Slika 14 Vakuum filtracija sirovog ulja

3.2.2. Metode rada

3.2.2.1 *Određivanje udjela ulja u košticama i pogači*

Udio ulja u bučnim košticama određuje se standardnom metodom ekstrakcije ulja po Soxhlet-u, a kao otapalo se koristi heksan ili petroleter. Jedan od osnovnih parametara za procjenu

kvalitete uljarica je upravo udio ulja u sjemenkama uljarica. Aparatura koja se koristi za ekstrakciju ulja po Soxhlet-u sastoji se od tikvice, ekstraktora i hladila (**Slika 15**). Na osušenu i izvaganu tikvicu stavi se ekstraktor s tuljkom i uzorkom. U tuljak s uzorkom doda se otapalo i pričvrsti za hladilo. Zatim se provodi kontinuirana ekstrakcija sve dok se ne iscrpi uzorak. Vrijeme ekstrakcije je propisano metodom ili brojem prelijevanja ekstraktora. Kada je ekstrakcija završila, u istoj aparaturi se predestilira otapalo. Zaostalo ulje u tikvici se suši i važe. Ekstrakcija se provodi tako da se tikvica zagrijava na vodenoj kupelji gdje pare otapala odlaze u hladilo. U hladilu se pare otapala hlade i slijevaju u ekstraktor, a otapalo u dodiru s uzorkom ekstrahira ulje. Ekstrakcija traje nekoliko sati, ovisno o uzorku koji se analizira. Kako bi bili sigurni da je ekstrakcija završila, staklenim štapićem uzme se iz otapala iz ekstraktora par kapi i prenese na filter papir. Ukoliko na filter papiru ne zaostaje masna mrlja ekstrakcija je završena. Ekstrakcija se završava kada se otapalo prelije u tikvicu. Aparatura se skine sa kupelji, a tuljak izvadimo pincetom. Aparatura se ponovo sastavi i predestilira se otapalo u ekstraktor. Zaostalo otapalo u tikvici se otpari na kupelji. Nakon što se otapalo otpari, tikvica s uljem se suši 1 sat u sušioniku na 105 °C. Osušena tikvica se hladi i zatim važe.



Slika 15 Ekstrakcija ulja po Soxhlet-u

Udio ulja u uljarici računa se prema formuli:

$$Udio\ ulja = \frac{(a - b) \times 100}{c} \quad (\%)$$

a – masa tikvice s uljem (g);

b – masa prazne tikvice (g);

c – masa ispitivanog uzorka (g).

3.2.2.2 Određivanje parametara kvalitete bučinih koštica i pogače

Određivanje peroksidnog broja (Pbr)

Peroksidni broj predstavlja indikator svježine, odnosno užeglosti neke masti ili ulja. Njime se određuju primarni produkti oksidacije ulja. Čuvanjem masti i ulja pod utjecajem prooksidanasa dolazi do vezanja kisika na dvostruke veze nezasićenih masnih kiselina te na taj način nastaju peroksidi i hidroperoksidi. Neki od prooksidanasa su kisik iz zraka, svjetlost, toplina, tragovi metala i sl. Peroksidi predstavljaju primarne produkte oksidacijskog kvarenja ulja gdje još nije došlo do organoleptičkih promjena. Oni nastaju u prvoj fazi kvarenja masti koja se naziva indukcijskim periodom. U daljnjoj fazi kvarenja, tj. u periodu aktivne oksidacije, peroksidi, tj. hidroperoksidi se razgrađuju i nastaju aldehidi, ketoni, alkoholi, kiseline i drugi spojevi koji su odgovorni za neugodan miris i okus ulja (Ergović Ravančić, 2017.).

Peroksidni broj određuje se standardnom metodom jodometrijskog određivanja točke završetka prema zahtjevima norme HRN EN ISO 3960:2007 (HZN, 2007.). Metoda se zasniva na sposobnosti peroksida da oslobode jod iz otopine kalij-jodida, koji se zatim određuje titracijom s otopinom $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Postupak se provodi tako da se uzorak ulja otopi u smjesi ledene octene kiseline i kloroforma, promiješa se i doda otopina KI. Rukom se točno jednu minutu mučka, a zatim se otopina razrijedi s prethodno prokuhanom i ohlađenom destiliranom vodom. Kao indikator u otopinu se doda škrob. Nakon toga slijedi titracija sa 0,1 M otopinom $\text{Na}_2\text{S}_3\text{O}_3$. Potrebno je provesti i slijepu probu kako bi se mogla izračunati vrijednost peroksidnog broja. Slijepa proba provodi se na isti način kao i gore opisani postupak, ali bez uzorka ulja.

Peroksidni broj se izračunava prema formuli:

$$Pbr = \frac{(V_1 - V_0) \times 5}{m} \quad (\text{mmol } O_2/\text{kg})$$

V_1 - volumen otopine natrij-tiosulfata utrošen za titraciju uzorka ulja (mL);

V_0 - volumen otopine natrij-tiosulfata utrošen za titraciju slijepa probe (mL);

$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,01 \text{ mol/L}$;

m - masa uzorka ulja (g).

Rezultat se izražava kao mmol aktivnog kisika koji potječe iz nastalih peroksida prisutnih u 1 kg ulja (Moslavac i sur., 2014.).

Određivanje slobodnih masnih kiselina (SMK)

Masti i ulja uz masne kiseline koje su vezane u triacilglicerole sadrže i određenu količinu slobodnih masnih kiselina. Slobodne masne kiseline nastaju hidrolitičkom razgradnjom djelovanjem lipolitičkih enzima na estersku vezu u molekuli triacilglicerola. Slobodne masne kiseline uzrokuju povećanje kiselosti ulja.

Udio slobodnih masnih kiselina u ulju ili masti ovisi o više čimbenika kao što su kvaliteta sirovine, način dobivanja i uvjeti skladištenja te se može izraziti kao:

- kiselinski broj;
- kiselinski stupanj i
- postotak oleinske kiseline.

Kiselinski broj se izražava kao broj mg KOH potrebni za neutralizaciju SMK u 1 g masti ili ulja. Kiselinski stupanj se izražava kao mL 1 M KOH (ili NaOH) potrebnog za neutralizaciju SMK u 100 g masti ili ulja. Postotak oleinske kiseline predstavlja maseni udio oleinske kiseline u masti ili ulju (g OLAC / 100 g masti ili ulja).

Slobodne masne kiseline određujemo standardnom metodom (ISO 660:1996), a ona se temelji na principu titracije s otopinom NaOH.

Metoda određivanja slobodnih masnih kiselina provodi se titracijom ulja koje je otopljeno u otapalu (eter i etanol) s otopinom NaOH uz indikator fenolftalein.

Rezultat se izračunava kao udjel (%) slobodnih masnih kiselina (SMK) izračunat kao oleinska kiselina prema formuli (Moslavac i sur., 2014.):

$$SMK (\% \text{ oleinske kiseline}) = \frac{V \times c \times M}{10 \times m}$$

V – utrošak otopine natrij-hidroksida za titraciju uzorka (mL);

c – koncentracija otopine NaOH za titraciju, c (NaOH) = 0,1 mol/L;

M – molekulska masa oleinske kiseline, M = 282 g/mol;

m – masa uzorka ulja za ispitivanje (g).

4. REZULTATI

UTJECAJ PROCESNIH PARAMETARA PREŠANJA NA ISKORIŠTENJE ULJA

Udio ulja u bučnim košticama iznosio je 44,25 %, a udio vlage 4,85 %.

Tablica 6 Utjecaj frekvencije elektromotora (brzine pužnice) i temperature grijača glave preše tijekom prešanja bučinih sjemenki na iskorištenje ulja

| R. br. | Parametri prešanja | Volumen sirovog ulja (mL) | Volumen finalnog ulja (ml) | Vrijeme (min) | Temperatura sirovog ulja (°C) | Masa dobivene pogače (g) | Udio ulja u pogači (%) | Udio vode u pogači (%) |
|-------------------|----------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| PUŽNICA 2 (10 mm) | | | | | | | | |
| 1 | N=10 mm T= 100 °C F= 25 Hz | 162 | 48 | 6:54 | 36 | 1333,14 | 40,76 | 5,65 |
| 2 | N=10 mm T= 100 °C F= 35 Hz | 61 | 5 | 6:59 | 33 | 1381,54 | 43,22 | 5,36 |
| 5 | N=10 mm T= 110 °C F= 25 Hz | 205 | 85 | 6:30 | 37 | 1319,75 | 41,64 | 5,37 |
| PUŽNICA 3 (5 mm) | | | | | | | | |
| 8 | N=10 mm T= 100 °C F= 25 Hz | 179 | 63 | 19:29 | 28 | 1332,45 | 40,20 | 5,28 |
| 9 | N=10 mm T= 100 °C F= 35 Hz | 167 | 44 | 14:06 | 34 | 1332,35 | 41,08 | 5,26 |

| R. br. | Parametri prešanja | Volumen sirovog ulja (mL) | Volumen finalnog ulja (ml) | Vrijeme (min) | Temperatura sirovog ulja (°C) | Masa dobivene pogače (g) | Udio ulja u pogači (%) | Udio vode u pogači (%) |
|------------------|----------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| PUŽNICA 1 (8mm) | | | | | | | | |
| 10 | N=10 mm T= 100 °C F= 25 Hz | 270 | 91 | 11:49 | 36 | 1257,45 | 37,49 | 5,71 |
| 11 | N=10 mm T= 100 °C F= 35 Hz | 165 | 37 | 6:16 | 38 | 1346,51 | 41,37 | 5,15 |

Masa uzorka za prešanje je 1,5 kg bučine koštice.

Parametri prešanja:

N - veličina otvora glave preše, definira promjer pogače (mm);

F - frekvencija elektromotora, regulira brzinu pužnice preše (Hz);

T- temperatura grijača glave preše kod izlaza pogače (°C).

Vrste pužnice:

PUŽNICA 1 - dubina navoja pužnice je 8 mm;

PUŽNICA 2 - dubina navoja pužnice je 10 mm;

PUŽNICA 3 - dubina navoja pužnice je 5 mm.

Tablica 7 Utjecaj veličine nastavka za izlaz pogače tijekom prešanja koštica buče na iskorištenje ulja

| R. br. | Parametri prešanja | Volumen sirovog ulja (mL) | Volumen finalnog ulja (mL) | Vrijeme (min) | Temperatura sirovog ulja (°C) | Masa dobivene pogače (g) | Udio ulja u pogači (%) | Udio vode u pogači (%) |
|-------------------|----------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| PUŽNICA 2 (10 mm) | | | | | | | | |
| 3 | N=8 mm T= 100 °C F= 25 Hz | 171 | 70 | 6:19 | 36 | 1345,76 | 42,00 | 5,79 |
| 4 | N=6 mm T= 100 °C F= 25 Hz | 198 | 75 | 6:34 | 37 | 1243,94 | 39,75 | 5,27 |
| PUŽNICA 2 (10 mm) | | | | | | | | |
| 5 | N=10 mm T= 110 °C F= 25 Hz | 205 | 85 | 6:30 | 37 | 1319,75 | 41,64 | 5,37 |
| 6 | N=8 mm T= 110 °C F= 25 Hz | 200 | 95 | 6:24 | 39 | 1309,41 | 39,92 | 5,65 |
| 7 | N=6 mm T= 110 °C F= 25 Hz | 212 | 100 | 6:32 | 38 | 1252,32 | 39,14 | 5,79 |

Tablica 8 Utjecaj tipa pužnice tijekom prešanja bučinih sjemenki na iskorištenje ulja

| R. br. | Parametri prešanja | Tip pužnice | Volumen sirovog ulja (mL) | Volumen finalnog ulja (ml) | Vrijeme (min) | Temperatura sirovog ulja (°C) | Masa dobivene pogače (g) | Udio ulja u pogači (%) | Udio vode u pogači (%) |
|--------|-----------------------------------|-------------|---------------------------|----------------------------|---------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | N= 10 mm T= 100 °C F= 25 Hz | pužnica 2 | 162 | 48 | 6:54 | 36 | 1333,14 | 40,76 | 5,65 |
| 10 | | pužnica 1 | 270 | 91 | 11:49 | 36 | 1257,45 | 37,49 | 5,71 |
| 8 | | pužnica 3 | 179 | 63 | 19:29 | 28 | 1332,45 | 40,20 | 5,28 |
| 2 | N= 10 mm T= 100 °C F= 35 Hz | pužnica 2 | 61 | 5 | 5:39 | 33 | 1381,54 | 43,22 | 5,36 |
| 11 | | pužnica 1 | 165 | 37 | 6:16 | 38 | 1346,51 | 41,37 | 5,15 |
| 9 | | pužnica 3 | 167 | 44 | 14:06 | 34 | 1332,35 | 41,08 | 5,26 |

Tablica 9 Osnovni parametri kvalitete proizvedenog hladno prešanog bučinog ulja u usporedbi s maksimalnim dopuštenim vrijednostima prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima (NN 11/19)

| Parametri kvalitete | Bučino ulje | Pravilnik (NN 11/19) |
|-------------------------------|-------------|----------------------|
| Pbr (mmol O ₂ /kg) | 1,99 | max 7 |
| SMK (% oleinske kiseline) | 4,00 | max 2 |

Pbr - peroksidni broj;

SMK - slobodne masne kiseline.

5. RASPRAVA

U košticama buče prije procesa prešanja određen je udio ulja, a izražen je kao srednja vrijednost od dva ponavljanja. Također, određen je i udio vlage u bučnim košticama i izražen je kao srednja vrijednost od dva ponavljanja. Udio ulja u košticama iznosio je 44,25 %, dok je udio vlage iznosio 4,85 %.

Tablicama 6 i 7 prikazani su rezultati ispitivanja utjecaja procesnih parametara prešanja bučinih koštica na iskorištenje sirovog i hladno prešanog bučinog ulja. Parametri koji su bili ispitivani su: frekvencija elektromotora, temperatura zagrijavanja glave preše, veličina nastavka glave preše za izlaz pogače i vrsta pužnice.

Korištena je frekvencija elektromotora od 25 Hz i 35 Hz koja regulira brzinu pužnice, te temperatura zagrijavanja glave preše na izlazu pogače 100 °C i 110 °C. Na proces prešanja još je utjecala veličina nastavka glave preše na izlaz pogače od 6 mm, 8 mm i 10 mm te vrsta pužnice (dubina navoja PUŽNICA 1: 8 mm, PUŽNICA 2: 10 mm i PUŽNICA 3: 5 mm).

U **Tablici 6** prikazani su rezultati ispitivanja utjecaja frekvencije elektromotora i temperature grijača glave preše tijekom prešanja bučinih koštica na iskorištenje proizvedenog sirovog i finalnog ulja.

Prešanje bučinih koštica provedeno je na 11 uzoraka, a svaki uzorak iznosio je 1,5 kg. Primjenom radnih uvjeta $T = 100\text{ °C}$, $N = 10\text{ mm}$, tip pužnice 2 (10 mm) i $F = 25\text{ Hz}$ dobiven je volumen sirovog ulja od 162 mL, a temperatura sirovog ulja neposredno nakon izlaza iz preše iznosila je 36 °C. Nakon sedimentacije sirovog ulja od 14 dana i vakuum filtracije dobiven je volumen finalnog hladno prešanog bučinog ulja od 48 mL. Udio zaostalog ulja u pogači iznosio je 40,76 % te udio vode u pogači od 5,65 %.

Povećanjem frekvencije elektromotora sa 25 Hz na 35 Hz dobiven je manji volumen sirovog ulja (61 mL), gdje je temperatura nakon izlaza sirovog ulja iz preše iznosila 33 °C te je dobiven volumen finalnog ulja 5 mL. Udio zaostalog ulja u pogači povećao se na 43,22 %, dok se udio vode u pogači smanjio na 5,36 % u odnosu na rezultate kod frekvencije elektromotora 25 Hz.

Povećanjem temperature grijača glave preše na 110 °C pri frekvenciji 25 Hz dobio se najveći volumen sirovog ulja od 205 mL, te je onda volumen finalnog ulja iznosio 85 mL. Temperatura sirovog ulja nakon izlaza iz preše iznosila je 37 °C.

Dalje u **Tablici 6** prikazano je provedeno istraživanje pri radnim uvjetima gdje je temperatura glave preše iznosila 100 °C, nastavak $N = 10\text{ mm}$, tip pužnice 3 (5 mm) i frekvencija

elektromotora $F = 25$ Hz. Prilikom prešanja zabilježen je volumen sirovog ulja 179 mL, gdje je nakon sedimentacije i vakuum filtracije zabilježen volumen finalnog ulja od 63 mL. Temperatura sirovog ulja nakon izlaza iz preše iznosila je 28 °C, udio zaostalog ulja u pogači iznosio je 40,20 %, a udio vode u pogači 5,28 %. Kod povećanja frekvencije sa 25 Hz na 35 Hz, pri istim radnim uvjetima zabilježeno je smanjenje volumena sirovog ulja na 167 mL, te također i smanjenje volumena finalnog ulja na 44 mL. Temperatura sirovog ulja nakon izlaza povećala se na 34 °C, udio zaostalog ulja u pogači povećao se na 41,08 %, a udio vode u pogači smanjio se na 5,26 % u odnosu na prethodni uzorak koji je imao nižu frekvenciju prešanja (25 Hz).

Korištenjem istih radnih uvjeta tijekom prešanja $T = 100$ °C, $N = 10$ mm, $F = 25$ Hz, ali kod tipa pužnice 1 (8 mm), dobiven je volumen sirovog ulja 270 mL te volumen finalnog ulja od 91 mL. Temperatura sirovog ulja na izlazu iz preše iznosila je 36 °C, udio zaostalog ulja u pogači iznosio je 37,49 %, a udio vode 5,71 %. Kada se frekvencija elektromotora povećala sa 25 Hz na 35 Hz pri istim radnim uvjetima zabilježeno je smanjenje volumena sirovog ulja od 165 mL, te smanjenje volumena finalnog ulja od 37 mL. Temperatura sirovog ulja na izlazu iz preše iznosila je 38 °C, udio ulja u pogači se povećao na 41,37 %, a udio vode u pogači se smanjio na 5,15 % u odnosu na uzorak gdje je frekvencija iznosila 25 Hz.

Provedbom ovog dijela istraživanja zapaženo je da se primjenom manje frekvencije elektromotora proizvede veća količina bučinog ulja nego pri većoj frekvenciji zbog duljeg vremena zadržavanja materijala unutar preše pod tlakom što dovodi do boljeg iskorištenja ulja (Moslavac i sur., 2017.).

Porastom temperature grijača glave preše povećava se i količina dobivenog ulja jer se povećanjem temperature povećava procesni tlak i snižava viskozitet ulja što dovodi do boljeg iskorištenja ulja (Moslavac i sur., 2016.).

Tablica 7 prikazuje utjecaj veličine nastavka za izlaz pogače tijekom prešanja bučine koštice na iskorištenje ulja. Prešanjem bučinih koštica kod procesnih parametara gdje je $T = 100$ °C, $F = 25$ Hz, tip pužnice 2 (10 mm) i $N = 8$ mm proizvedeno je 171 mL sirovog ulja s temperaturom nakon izlaza iz preše od 36 °C. Volumen finalnog ulja iznosio je 70 mL, udio zaostalog ulja u pogači je 42 %, a udio vode 5,79 %.

Korištenjem nastavka manjeg promjera $N= 6$ mm kod istih radnih uvjeta dolazi do povećanja volumena proizvedenog ulja. Pri izlazu sirovog ulja iz preše temperatura je $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, a volumen sirovog ulja se povećao te iznosi 198 mL . Volumen finalnog ulja je malo veći i iznosi 70 mL , dok se udio zaostalog ulja u pogači smanjio na $39,75\%$. Smanjio se i udio vode te je iznosio $5,27\%$.

Korištenjem nastavka $N= 8$ mm, pri istoj frekvenciji (25 Hz), ali sa povećanjem temperature glave preše na $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ zabilježen je veći volumen sirovog i finalnog ulja u odnosu na temperaturu $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Volumen sirovog ulja povećao se i iznosi 200 mL , a njegova temperatura na izlazu je $39\text{ }^{\circ}\text{C}$. Također povećao se i volumen finalnog ulja te je iznosio 95 mL . Udio zaostalog ulja u pogači smanjio se i iznosi $39,92\%$, te se i udio vode u pogači smanjio i iznosi $5,65\%$.

Kod korištenja nastavka za izlaz pogače $N= 10$ mm pri istoj frekvenciji elektromotora $F= 25\text{ Hz}$ uz povećanje temperature grijača glave preše na $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ dobiveni volumen sirovog ulja iznosio je 205 mL , sa temperaturom $37\text{ }^{\circ}\text{C}$. Volumen finalnog ulja iznosio je 85 mL , udio zaostalog ulja u pogači iznosi $41,64\%$, a udio vode u pogači iznosi $5,37\%$.

Prešanjem bučine koštice kod primjene nastavka $N= 6$ mm, pri istoj frekvenciji $F= 25\text{ Hz}$ i temperaturom glave preše $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ povećao se volumen dobivenog ulja. Volumen sirovog ulja iznosio je 212 mL , sa temperaturom $38\text{ }^{\circ}\text{C}$, dok je volumen finalnog ulja iznosio 100 mL . Smanjio se udio zaostalog ulja u pogači $39,14\%$, a udio vode u pogači je $5,79\%$.

Iz navedenog istraživanja može se zaključiti da se smanjenjem nastavka za izlaz pogače povećava volumen proizvedenog ulja.

Debljina pogače utječe na procesni tlak unutar preše, tj. smanjenjem veličine otvora za izlaz pogače na glavi preše povećava se radni tlak kod prešanja koštica. Povećanjem tlaka unutar preše proizvede se veća količina ulja i zaostaje manje ulja u pogači (Moslavac i sur, 2016.).

U **Tablici 8** prikazan je utjecaj tipa pužnice tijekom prešanja bučinih koštica na iskorištenje ulja. Prešanjem bučinih koštica kod procesnih parametara $T= 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $N= 10\text{ mm}$, frekvencija elektromotora $F= 25\text{ Hz}$ i tip pužnice 2 (10 mm) proizveden je volumen sirovog ulja od 162 mL , a volumen finalnog ulja iznosio je 48 mL , udio zaostalog ulja u pogači iznosio je $40,76\%$.

Kod primjene pužnice 3 (5 mm) pri istim radnim uvjetima ($T= 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $N= 10\text{ mm}$, $F= 25\text{ Hz}$) dobiven je nešto veći volumen sirovog ulja 179 mL i volumen finalnog ulja 63 mL, a manji udio ulja u pogači 40,20 % u odnosu na pužnicu 2 (10 mm).

Pri istim radnim uvjetima, uz promjenu frekvencije $F= 35\text{ Hz}$ smanjio se volumen sirovog ulja na 167 mL, pri temperaturi na izlazu od $34\text{ }^{\circ}\text{C}$. Smanjio se i volumen finalnog ulja na 44 ml, udio ulj u pogači se povećao na 41,08 %, dok se udio vode u pogači smanjio na 5,26 %.

Korištenjem pužnice 1 (8 mm) pri istim radnim uvjetima ($T= 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $N= 10\text{ mm}$, $F= 25\text{ Hz}$) dobiven je najveći volumen sirovog ulja od 270 mL i volumen finalnog ulja 91 mL, a najmanji udio ulja u pogači 37,49 %.

Prešanjem bučine koštice kod veće frekvencije elektromotora ($F= 35\text{ Hz}$) uz iste radne uvjete ($N= 10\text{ mm}$, $T= 100\text{ }^{\circ}\text{C}$) i različite vrste pužnice, povećava se volumen sirovog ulja i volumen finalnog ulja, dok se udio ulja u pogači smanjuje, primjenom pužnice manje dubine navoja.

U **Tablici 9** prikazani su dobiveni rezultati osnovnih parametara kvalitete ulja koji su se određivali na proizvedenom hladno prešanom bučinog ulju standardnim metodama. Ispitivani parametri kvalitete ulja su: slobodne masne kiseline (SMK) i peroksidni broj (Pbr). Rezultati ispitivanja uspoređeni su sa osnovnim parametrima kvalitete prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima (NN 11/19). Dobivena vrijednost peroksidnog broja iznosi 1,99 mmol O_2/kg te udovoljava zahtjevima Pravilnika. Vrijednost slobodnih masnih kiselina iznosi 4,00 % te prelazi dozvoljenu max. vrijednost prema Pravilniku. Potrebno je provesti pravilnije skladištenje bučine koštice uz prethodno dobro sušenje kako ne bi došlo do hidrolitičke razgradnje i povećanja kiselosti ulja.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovi ispitivanja utjecaja procesnih parametara prešanja koštica buče i vrste pužnice na iskorištenje i kvalitetu hladno prešanog bučinog ulja doneseni su sljedeći zaključci:

1. Udio ulja u bučnim košticama određen je analitičkom metodom te je iznosio 44,25 %, a udio vlage je 4,85 %.
2. Temperatura grijača glave preše kod izlaza pogače utječe na iskorištenje ulja bučinih koštica prilikom hladnog prešanja.
3. Primjenom temperature grijača glave preše 110 °C proizvedena je veća količina sirovog i hladno prešanog ulja u odnosu na temperaturu grijača glave preše 100 °C.
4. Frekvencija elektromotora koja regulira brzinu pužnice tijekom prešanja bučinih koštica utječe na iskorištenje ulja.
5. Prešanjem bučinih koštica kod frekvencije elektromotora 25 Hz dobivena je najveća količina sirovog i finalnog hladno prešanog ulja.
6. Porastom frekvencije elektromotora s 25 Hz na 35 Hz smanjuje se volumen sirovog i finalnog ulja, a udio zaostalog ulja u pogači se povećava.
7. Na iskorištenje bučinog ulja kod hladnog prešanja utječe i veličina nastavka na glavi preše kojim se definira promjer izlazne pogače.
8. Korištenjem nastavka za izlaz pogače manjeg promjera (6 mm) dobiven je veći volumen sirovog i hladno prešanog ulja u odnosu na primjenu nastavka veličine 10 mm i 8 mm.
9. Smanjenjem veličine nastavka za izlaz pogače povećava se procesni tlak u preši što dovodi do veće količine proizvedenog sirovog i finalnog hladno prešanog ulja.
10. Tip pužnice tijekom prešanja bučinih koštica utječe na iskorištenje ulja.
11. Volumen sirovog i hladno prešanog bučinog ulja veći je kod primjene pužnice dubine navoja 5 mm nego kod primjene pužnice dubine navoja 10 mm i 8 mm.
12. Prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima proizvedeno hladno prešano bučino ulje pokazuje sukladnost Pravilniku kod vrijednosti peroksidnog broja, dok je vrijednost slobodnih masnih kiselina iznad dopuštene vrijednosti.

7. LITERATURA

- Agroklub, Sortna lista, Uljarice-predivo bilje, buča, 2014.
- Award A. B., von Holtz R. L., Cone I. P., Fink C. S., Chen Y.-C.: β -sitosterol inhibits the growth of HT-29 human colon cancer cells by activating the sphingomyelin cycle. *Anticancer Research* 18: 471-479, 1998.
- Balbino S.: *Kemija i tehnologija ulja i masti, Bučino ulje, nastavni materijali*, 2017.
- Bavec F., Berenji J., Bojić F., Bulajić A., Dimić E., Kereši T., Veselinov B. i Vujašinović V.: *Cucurbita pepo*, Novi Sad, 2011.
- Bockisch M.: *Fats and oils handbook*, AOCS Press, Champaign, Illinois, 1998.
- Curaković M., Lazić V., Gvozdenović J.: *Osnovne karakteristike ambalažnih materijala za pakovanje ulja*, Zbornik radova, Budva 1996.
- Čorbo S.: *Tehnologija ulja i masti*. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Sarajevo, 2008.
- Delaš I.: Zaboravljene vrijednosti-bučino ulje. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam* 5, 38-42, 2010.
- Dimić E.: *Hladno ceđena ulja*. Tehnološki fakultet, Novi Sad, 2005.
- Dimić E., Turkov J.: *Kontrola kvalitete u tehnologiji jestivih ulja*. Tehnološki fakultet Novi Sad, 2000.
- Ergović Ravančić M.: *Tehnologija ulja i masti-priručnik za vježbe*. Veleučilište u Požegi, Požega, 2017.
- Jones P. J., Raeini-Sarjaz M., Ntanos F. Y., Vanstone C. A., Fenf J. Y., Parsons W.E.: Modulation of plasma lipid levels and cholesterol kinetics by phytosterol versus phytostanol esters. *Journal of Lipid Research* 41: 697-705, 2000.
- Karleskind A.: *Oils and fats Manual*, Intercept Ltd, Andover, Hampshire, UK, 1996.
- Karlović Đ., Berenji J., Racseg K.: *Proizvodnja i prerada uljarica*, Herceg Novi, 2001.
- Karlović Đ. i Andrić N.: *Kontrola kvalitete semena uljarica*. Tehnološki fakultet, Novi Sad, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd, 1996.
- Leder F., Molnar I.: *A nagy tperterku olajtokmag-presmaradek hasznositasi Lehetosege*, Gabonaipar, 1993.

- Miettinen T. A., Puska P., Gylling H., Vanhanen H., Vartiainen E.: Reduction of serum cholesterol with sitostanol-ester margarine in a mildly hypercholesterolemic Population. *New England Journal of Medicine* 16: 1308-1312, 1995.
- Moslavac T.: Tehnologija ulja i masti, Interna skripta. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2013.
- Moslavac T., Jokić S., Pozderović A., Pichler A., Škof B.: Proizvodnja i stabilizacija hladno prešanog ulja. *Glasnik zaštite bilja* 6: 70-79, 2014.
- Moslavac T.: Tehnologija ulja i masti, nastavni materijali. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, 2015.
- Moslavac T., Jokić S., Jurić T., Krajna H., Konjarević A., Muhamedbegović B., Šubarić D.: Utjecaj prešanja koštice buče i dodataka antioksidanasa na iskorištenje i oksidacijsku stabilnost hladno prešanog ulja. *Glasnik zaštite bilja* 6: 86-96, 2017.
- Moslavac T.: Tehnologija ulja i masti, nastavni materijali. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, 2020.
- Murkovic M., Hillebrand A., Winkler J., Leitner E., Pfannhauser W.: Variability of fatty acid content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo L.*) *European Food Research and Technology* 203: 216-219, 1996.
- Murkovic M., Piironen V., Lampi A. M., Kraushofer T., Sontag G.: Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil. *Food Chemistry* 84: 359-365, 2004.
- Novaković I.: Kvalitativne karakteristike hladno presovanog i devičanskog ulja semene tikve, Novi Sad, 2009.
- Oštrić-Matijašević B., Turkulov J.: Tehnologija ulja i masti. Tehnološki fakultet, Novi Sad, 1980.
- Pine SH:organska kemija, Školska knjiga, Zrinski d.d., Zagreb, 1994.
- Pravilnik o jestivim uljima i mastima NN 11/19., 2019.
- Rac M.: Ulja i masti, Poslovno udruženje proizvođača biljnih ulja, Beograd, 1964.
- Rozman V. i Liška A.: Skladištenje ratarskih proizvoda, Priručnik za vježbe.
- Sadadinović J.: Organska tehnologija, Ars grafika, Tuzla, 2008.

Sito S., Barčić J., Ivančan S.: Utjecaj različitih temperatura radnog medija na trajanje procesa sušenja visoko vlažnih sjemenki buče nakon pranja (*Cucurbita pepo L.*). Poljoprivredna zdravstvena smotra 63: 285-290, 1998.